

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-093445

(43)Date of publication of application : 29.03.2002

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/10

(21)Application number : 2000-275638

(71)Applicant : EQUOS RESEARCH CO LTD

(22)Date of filing : 11.09.2000

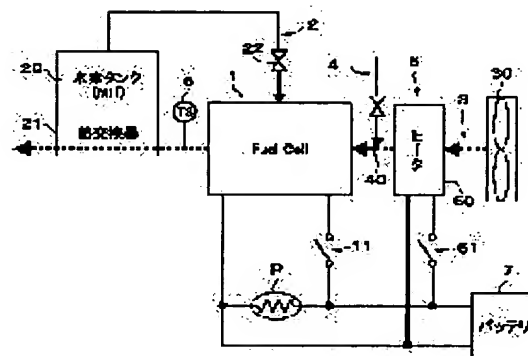
(72)Inventor : SHIRAISHI KOICHI

(54) FUEL CELL DEVICE AND ITS OPERATION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve power generation efficiency at the startup and to thaw ice in a fuel cell device at a low temperature such as the freezing point, in a fuel cell device for feeding the air to a fuel cell at normal pressure.

SOLUTION: For this fuel cell device provided with the fuel cell 1 and an air feeding means 30 for feeding the air to the air electrode thereof at normal pressure, a temperature sensing means 5 for sensing the temperature of the fuel cell, and an air heating means 60 for heating the fed air based on the temperature sensed thereby. Since the fuel cell is warmed by the fed air, high heating capability can be set without increasing the size of the device, the power generation efficiency at the startup can be improved and a warming period for thawing the ice in the device can be reduced.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-93445

(P 2002-93445 A)

(43) 公開日 平成14年3月29日 (2002. 3. 29)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H01M	8/04	H01M	8/04
	8/10		8/10
			T 5H026
			5H027

審査請求 未請求 請求項の数 11

O L

(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-275638 (P2000-275638)

(22) 出願日 平成12年9月11日 (2000. 9. 11)

(71) 出願人 591261509

株式会社エクォス・リサーチ

東京都千代田区外神田2丁目19番12号

(72) 発明者 白石 剛一

東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株式会社エクォス・リサーチ内

(74) 代理人 100095108

弁理士 阿部 英幸

F ターム (参考) 5H026 AA06 CC08 HH08

5H027 AA06 BA14 CC04 CC06 CC09

CC11 KK44 KK46 KK48 KK51

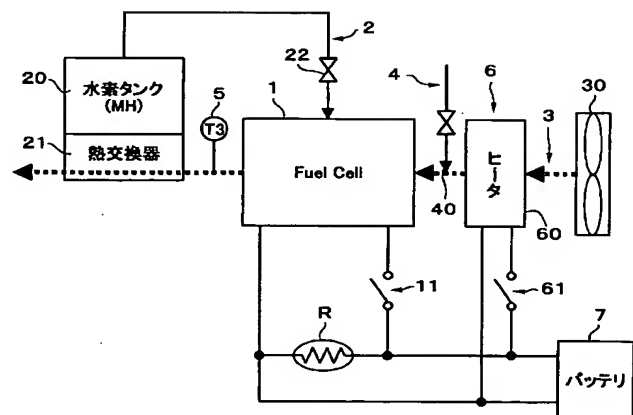
MM04 MM16 MM21 MM27

(54) 【発明の名称】 燃料電池装置及びその運転方法

(57) 【要約】

【課題】 常圧で空気を燃料電池セルに供給する燃料電池装置において、始動時の発電効率を向上させ、氷点下など低温下での装置内の氷を解凍する。

【解決手段】 燃料電池セル 1 と、その空気極に常圧で空気を供給する空気供給手段 30 とを備える燃料電池装置において、燃料電池セルの温度を検出する温度検出手段 5 と、それが検出する温度に基づいて供給空気を加熱する空気加熱手段 60 を設けた。燃料電池セルを供給空気で暖機するため、装置を大型化させずに高い加熱能力を設定することができ、始動時の発電効率を向上させ、装置内の氷を解凍する暖機時間が短くなる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池セルと、該燃料電池セルの空気極に空気を供給する空気供給手段とを備える燃料電池装置において、前記燃料電池セルの温度を検出する温度検出手段と、該温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度に基づいて供給空気を加熱する空気加熱手段が設けられたことを特徴とする燃料電池装置。

【請求項 2】 前記空気供給手段は、回転ファンであることを特徴とする、請求項 1 記載の燃料電池装置。

【請求項 3】 前記温度検出手段は、燃料電池セルからの排出空気の温度を検出することを特徴とする、請求項 1 又は 2 記載の燃料電池装置。

【請求項 4】 前記温度検出手段は、燃料電池セルへの供給空気の温度を検出することを特徴とする、請求項 1、2 又は 3 記載の燃料電池装置。

【請求項 5】 前記空気供給手段は、温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度に基づいて供給空気の量を制御することを特徴とする、請求項 1～4 のいずれか 1 項記載の燃料電池装置。

【請求項 6】 前記空気加熱手段は、温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度に基づいて供給空気の加熱量を制御することを特徴とする、請求項 1～5 のいずれか 1 項記載の燃料電池装置。

【請求項 7】 前記燃料電池セルの空気極の表面に水を液体の状態で供給する水供給手段を備え、該水供給手段は、空気加熱手段と燃料電池セルとの間に配置された、請求項 1、2 又は 3 記載の燃料電池装置。

【請求項 8】 燃料電池セルの空気極に、空気供給手段により空気を供給しつつ、温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度に応じて空気加熱手段により供給空気を加熱する燃料電池装置の運転方法において、前記温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度が、設定下限温度を下回るときに、前記加熱手段を作動させ、設定上限温度を上回るときに、前記加熱手段の作動を停止させることを特徴とする燃料電池装置の運転方法。

【請求項 9】 前記設定上限温度と設定下限温度との間に所定の温度差をもたせたことを特徴とする、請求項 8 記載の燃料電池装置の運転方法。

【請求項 10】 前記温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度が、燃料電池発電可能最低温度になると燃料電池の発電を開始することを特徴とする請求項 8 又は 9 記載の燃料電池装置の運転方法。

【請求項 11】 前記燃料電池発電可能最低温度は、設定下限温度より低温であることを特徴とする、請求項 10 記載の燃料電池装置の運転方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、燃料電池装置とそ

の運転方法に関し、特に低温時において燃料電池を効率良く発電させる技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 燃料電池の一形式として、高分子固体電解質膜を用いるものがある。この形式の燃料電池は、発電ロスによる発熱が小さいため、常温での発電効率が良好である反面、低温では、発電効率が極端に低くなるという特性を有する。したがって、この燃料電池は、冷機状態での始動直後に十分な発電能力を発揮させることが困難である。

【0003】 こうした冷機状態への対応に関して、従来、燃料電池装置の循環冷却水を加熱し、これを用いて燃料電池を暖機する技術がある。その 1 つとしては、冷却水を加熱して燃料電池に供給し、暖機する方法で、例えば特開平 7-94202 号公報に開示の技術では、冷却水循環系の貯水タンクにヒータを内蔵させ、始動時にこのヒータを二次電池又は燃料電池からの電力供給で作動させるものである。また、他の方法として、加圧式の空気供給方式を採る燃料電池装置において、空気供給コンプレッサの断熱圧縮に伴う熱で暖められた空気を送り暖機するという方法もある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記の冷却水を加熱して燃料電池に供給する技術では、冷却媒体及び冷却装置の熱容量が大きく、しかも燃料電池セル全体を暖めるため、暖気に要する動力が大きくなる。また、冷却循環系を有するため、燃料電池セルのスタックやシステム全体が大型になる。他方、断熱圧縮に伴う熱で暖機する方式では、加圧方式であることから、供給できる空気量に制限があり、加熱量が小さい。また、供給空気温度が高くなり、局所的に高温な部分ができ、電極、電解質膜、シール材の破損の恐れがある。

【0005】 そこで本発明は、空気を燃料電池セルに供給する燃料電池装置において、燃料電池装置を供給空気で暖機することで、始動時の燃料電池の発電効率を向上させ、又は氷点下など低温下での装置内の水を解凍する装置を提供することを第 1 の目的とする。次に本発明は、上記燃料電池装置において、始動時の燃料電池の発電効率を向上させ、又は氷点下など低温下での装置内の水を解凍する運転方法を提供することを第 2 の目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するため、本発明は、燃料電池セルと、該燃料電池セルの空気極に空気を供給する空気供給手段とを備える燃料電池装置において、前記燃料電池セルの温度を検出する温度検出手段と、該温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度に基づいて供給空気を加熱する空気加熱手段が設けられたことを構成とする。

【0007】 上記構成において、空気供給手段は、回転

ファンとするのが有効である。

【0008】上記いずれかの構成において、温度検出手段は、燃料電池セルからの排出空気の温度を検出する構成とするのが有効である。

【0009】あるいは、上記温度検出手段は、燃料電池セルへの供給空気の温度を検出する構成としてもよい。

【0010】また、上記いずれかの構成において、空気供給手段は、温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度に基づいて供給空気の量を制御する構成を採ると更に有効である。

【0011】また、上記いずれかの構成において、空気加熱手段は、温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度に基づいて供給空気の加熱量を制御する構成を採るのも有効である。

【0012】更に、上記いずれかの構成において、燃料電池セルの空気極の表面に水を液体の状態で供給する水供給手段を備え、該水供給手段は、空気加熱手段と燃料電池セルとの間に配置された構成を採るのも有効である。

【0013】次に本発明は、燃料電池セルの空気極に、空気供給手段により空気を供給しつつ、温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度に応じて空気加熱手段により供給空気を加熱する燃料電池装置の運転方法において、前記温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度が、設定下限温度を下回るときに、前記加熱手段を作動させ、設定上限温度を上回るときに、前記加熱手段の作動を停止させることを構成とする。

【0014】上記の方法において、設定上限温度と設定下限温度との間に所定の温度差をもたせた構成にするのが有効である。

【0015】上記いずれかの方法において、温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度が、燃料電池発電可能最低温度になると燃料電池の発電を開始する構成とするのが有効である。

【0016】上記いずれかの方法において、燃料電池発電可能最低温度は、設定下限温度より低温とするのが有効である。

【0017】

【発明の作用及び効果】前記請求項1記載の構成では、燃料電池セルに供給される空気を燃料電池セルの温度に応じて加熱することで、燃料電池セルを供給空気で暖機することができるため、装置の大型化を招くことなく、高い加熱能力を設定することができ、それにより始動時の燃料電池の発電効率を向上させ、又は氷点下など低温下での装置内の氷を解凍する暖機時間を短くすることができる。

【0018】そして、請求項2に記載の構成とすると、加圧式の空気供給に比べて供給空気の流量の確保が容易となるため、低温時にも燃料電池セルの温度に応じた十分な加熱容量を得ることができる。

【0019】更に、請求項3に記載の構成とすると、燃料電池セルの温度をその反応状態を反映する排出空気の温度で検出することで、温度に応じた的確な加熱を行なうことができる。

【0020】また、請求項4に記載の構成とすると、燃料電池セルへの供給空気の温度を検出することで、より適性に燃料電池セルの温度を制御することができるようになり、それにより迅速に燃料電池の始動や氷点下など低温下での装置内の氷の解凍を行なうことができる。

10 【0021】更に、請求項5に記載の構成とすると、空気加熱手段による加熱下で、供給空気の温度を空気供給手段による供給量の制御でも調整可能となるため、燃料電池セルの温度を所定の値にする制御がより容易となる。

【0022】また、請求項6に記載の構成とすると、空気供給手段により供給される空気量に対して、供給空気の温度を空気加熱手段による加熱量の制御で調整可能となるため、燃料電池セルの温度を所定の値にする制御がより容易となる。

20 【0023】更に、請求項7に記載の構成とすると、燃料電池セルの空気極の表面に供給される水も加熱された供給空気で温めることができるため、より一層燃料電池セルの温度を所定の値にする制御が容易となる。

【0024】次に、請求項8に記載の構成とすると、加熱手段の単純なオン・オフ制御で燃料電池セルの温度を設定下限温度と設定上限温度の範囲内に保つ運転が可能となる。これにより、装置の大型化を招くことなく、始動時の燃料電池の発電効率を向上させ、又は氷点下など低温下での装置内の氷を解凍することができる。

30 【0025】そして、請求項9に記載の構成とすると、設定上限温度と設定下限温度との間に所定の幅をもたせることで、温度制御の不安定を防ぐことができる。

【0026】また、請求項10に記載の構成とすると、燃料電池の運転を発電可能最低温度から迅速に開始させることができ、供給空気の加熱によるエネルギーロスを防ぐことができる。

【0027】また、請求項11に記載の構成とすると、設定下限温度が燃料電池発電可能最低温度より高い温度となるため、燃料電池が発電を開始しない時期からの不要な供給空気の加熱によるエネルギーロスを防ぐことができる。

【0028】

40 【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。図1は本発明の一実施形態に係る燃料電池装置のシステム構成を示す。この装置は、燃料電池セル(Fuel Cell)1と、燃料電池セル1の図示しない燃料極に水素タンク20の水素吸収蔵合金(MH)を熱交換器21により加熱して燃料ガスとしての水素を供給する燃料供給系2と、燃料電池セル1の図示しない空気極に酸化ガスとしての空気を供給する空気

供給系 3 と、燃料電池セル 1 に水を供給する水供給系 4 とを主たる構成要素として備えている。更に、本発明の特徴に従い、燃料電池セル 1 の温度を検出する温度検出手段 5 と、温度検出手段 5 により検出される燃料電池セル 1 の温度に基づいて供給空気を加熱する空気加熱手段 6 が設けられている。

【0029】この形態では、空気供給系 3 の空気供給手段 30 は、常圧で空気を供給する回転ファン（以下、空気供給ファンという）で構成されている。また、温度検出手段 5 は、燃料電池セル 1 の排出空気の温度 T_3 を検出する温度センサとされている。更に、この装置の水供給系 4 における水供給手段 40 は、水噴射ノズルで構成され、空気加熱手段 6 と燃料電池セル 1 との間に配置されて、燃料電池セル 1 の空気極の表面に水を液体の状態で供給するものとされている。

【0030】燃料電池本体 1 の温度に基づいて供給空気を加熱する空気加熱手段 6 は、ヒータ 60 で構成され、このヒータ 60 は、付帯設備の駆動電源を構成する二次電池としてのバッテリー 7 に接続され、その接続回路に介挿されたリレー 61 の開閉によりオン・オフ制御可能とされている。また、燃料電池セル 1 とインバータ制御のモータ等からなる外部負荷 R とを接続する回路には他のリレー 11 が介挿され、このリレー 11 は、空気加熱手段 6 の制御と関連制御可能とされている。

【0031】図 2 に燃料電池セル 1 と空気供給系 3 の接続関係を模式化して示すように、燃料電池セル 1 は筐体 10 内に収容されている。燃料電池セル 1 は、空気の流れ方向の長さ（縦方向寸法）が、空気の流れを横断する方向の長さ（横方向寸法）より短い板状の各セルモジュールを立てた状態で多数積層集合させたスタックとして構成されている。各セルモジュールは、固体高分子電解質を燃料極と空気極とで挟持したものを、更にカーボンブラックのセパレータで挟持した構成とされている。そして、各セルモジュールの燃料極は、モジュールを横断する通孔を介して水素ガスの導入配管に接続され、空気極は、各モジュールの縁部の空気導入溝を経て筐体 10 内に開いた構成とされている。空気供給手段 30 と筐体 10 とはマニホールド 31 で接続されており、マニホールド 31 の終端が筐体 10 の上部に開口している。筐体 10 の下部は、図 1 に示す熱交換器 21 に排気ダクト 12 を介して連結されている。水噴射ノズル 40 は筐体 10 の上部で水を供給空気の流れを横断する向きで水平方向に噴射するように複数配置されている。

【0032】こうした構成からなる燃料電池装置は、水素供給バルブ 22 を開いて、水素吸蔵合金に吸蔵させた水素を燃料電池セル 1 の燃料極に燃料ガスとして供給する一方、空気供給ファン 30 を起動させて、図 2 に矢印で示すように、空気を空気供給ファン 30 から吸引させ、空気マニホールド 31 経由で筐体 10 に送り込む操作で供給空気の一部が酸化ガスとして燃料電池セル 1 の

空気極に供給されて発電が行われる。この発電状態で、必要に応じて連続又は間欠的に水供給系の水噴射ノズル 40 から筐体 10 の上部に、主として冷却のために水を噴射させることで、燃料電池セル 1 への水の供給が行われる。筐体 10 内で燃料電池セル 1 を抜けた加熱された空気は、ダクト 12 を通って熱交換器 21（以下、図 1 参照）に入り、そこで水素タンク 20 の水素吸蔵合金（MH）に伝熱して、図示しない水凝縮器で除湿されて、最終的に排気ダクトから排出される。

【0033】上記のように空気供給ファン 30 により常圧で空気が燃料電池セル 1 に供給される燃料電池装置において、特に始動時又は氷点下など低温下での燃料電池の発電を効率よく行なわせるために、燃料電池装置を加熱し、また、装置内の氷を解凍する必要がある。そこで、本発明に従う以下に述べるような運転制御が行なわれる。

【0034】図 3 は始動時の暖機運転の内容を示すフローチャートである。このフローは、イグニションスイッチのオンで開始されるものとし、当初のステップ S1 で空気供給ファン 30 のオンにより燃料電池セル 1 への空気供給を開始する。次いでステップ S2 により水素供給バルブ 22 を開いて水素の供給を開始し、ステップ S3 により、予め定めたヒータ暖機開始温度としての設定下限温度（以下、設定温度 1 という）を基準とする空気出口温度 T_3 の判定を、温度検出手段 5 の検出値に基づき開始する。この判定により空気出口温度 T_3 が設定温度 1 未満の場合に、以下の暖機モードの運転を開始する。

【0035】暖機モードの運転に入ると、ステップ S4 でリレー 61 のオンによりヒータ 60 を作動させ、次のステップ S5 により空気出口温度 T_3 を、これも予め定めた発電可能最低温度としての設定温度 2 との比較で監視する。ステップ S5 の監視判断により設定温度 2 を超えたことが確認されると、ステップ S6 によるリレー 11 のオンにより燃料電池発電を開始し、更に次のステップ S7 により、今度は空気出口温度 T_3 を、予め定めたヒータ暖機終了温度としての設定上限温度（以下、設定温度 3 という）との比較で監視する。上記の各設定温度の関係は、燃料電池発電可能最低温度は $-30^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$ であることから、設定温度 1 は $-30^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$ 程度で燃料電池発電可能最低温度より高くし、設定温度 3 は設定温度 1 + 2°C 程度とするのが望ましい。したがって、各設定温度間には、設定温度 2 < 設定温度 1 < 設定温度 3 の関係が成立する。また、設定温度 1 と設定温度 3 の値の間に所定の温度差をもたせているのは、ヒータ 60 のオン・オフ制御の安定性を確保するためである。ステップ S7 の監視判断により設定温度 3 を超えたことが確認されると、ステップ S8 によりリレー 61 のオフによりヒータ 60 の作動を停止させ、通常運転へ移行する。途中、ステップ S3 の空気出口温度 T_3 の判断が不成立の設定温度 1 以上の場合には、暖機モー

10

20

30

40

50

ドの運転を行わずに、直接通常運転へ移行する。

【0036】このようにして当初のイグニションスイッチのオン時の制御を経て定常状態となった後は、次の図4に示す定常時の制御を行なう。図4は定常時の暖機運転の内容を示すフローチャートである。このフローは、当初のステップS9でリレー61のオン判定によりヒータ60が作動中であるか否かの判断を行なう。この判定は、当初は不成立となるので、ステップ10に進み、空気出口温度T3が設定温度1未満であるか否かの判断を行なう。この設定温度は、先の設定温度1と同じでもよいし、始動時と定常時で条件が異なるのに合わせて異なる設定としてもよい。この判断が成立すると、次のステップS11によりリレー61のオンによりヒータ60を作動させ、リターンする。そして、次のルーチンからはステップS9の判断が成立するようになるので、今度はステップS12により空気出口温度T3が設定温度3を超えたか否かの判断を行なう。この設定温度3についても先の設定温度3と同じでもよいし、異なる設定としてもよい。この判断は当初は不成立となるので、そのままリターンする。やがてステップS12の判断が成立したところでステップS13によりリレー61をオフとしてヒータ60の作動を止め、リターンする。その後のこのルーチンは、空気出口温度T3が設定温度1未満となる寒冷状態を条件として、空気出口温度T3をリレー61のオン・オフによるヒータ60の作動・停止制御で、設定温度1と設定温度3との間に保つ図5に示す温度保持を行なうことになる。

【0037】かくして、この第1実施形態によれば、燃料電池セル1の空気極に、空気供給ファン30により空気を供給しつつ、温度検出手段5により検出される燃料電池セル1の温度に応じてヒータ60により供給空気を加熱する燃料電池装置において、温度検出手段5により検出される燃料電池セル1の温度T3が、設定温度1を下回るときに、ヒータ60を作動させ、設定温度3を上回るときに、ヒータ60を停止させる運転が行なわれる。そして、上記運転に際して、設定温度3と設定温度1との間に所定の幅（本実施形態において、2°C程度）が保たれ安定した制御が行なわれる。また、この運転では、温度検出手段5により検出される燃料電池セル1の温度T3が、燃料電池発電可能最低温度に対応させた設定温度2になると燃料電池の発電が開始される。この燃料電池発電可能最低温度は、設定温度1より低温である。

【0038】上記第1実施形態では、専ら温度条件によりヒータ60をオン・オフ制御する最も単純な方式で本発明を具体化した。燃料電池セル1の温度は、ヒータ60をオンとして加熱下でも供給空気量を変化させることで制御可能である。そこで、次にヒータオン状態の下で、供給空気量を制御する第2実施形態を説明する。

【0039】図6は第2実施形態のシステム構成を示

す。このシステムの基本構成は、前記第1実施形態と同様であるので、以下相違点を主に説明する。なお、図6において、水供給系の図示は省略されている。この形態では、先の第1実施形態のヒータ制御用のリレーに代えて、空気供給ファン30とヒータ60とを関連制御する電力調整回路8が設けられている。また、この関連制御のために、外気温を反映する空気供給ファン30の入口側の空気温度T1と、ヒータ60の出口側の温度、すなわち燃料電池入口側の空気温度T2を検出する温度検出手段5A、5Bが追加されている。

【0040】図7はこの形態における始動時の暖機運転の内容を示すフローチャートである。このフローもステップS1による空気供給ファン30のオンで開始する。次のステップS2では、空気出口温度T3が予め設定されたヒータ60を起動するための温度、すなわち下限設定温度より低いかなかを判定する。この判断が成立する低温時は、ステップS3によりヒータ60を作動させる。次のステップS4は、空気供給ファン入口温度T1と目標とする燃料電池入口空気温度（T2狙い値という）との差から加熱量 Δt を求める処理である。このT2狙い値は、燃料電池に供給されるのに最も適した温度として設定する固定値であり、例えば10°C〜30°C程度に設定する。次のステップS5では、空気供給ファン30から供給する空気流量を決定するために、必要空気流量（g/s）＝ヒータ発熱量（J/s）／（ Δt （K）×空気比熱（J/g・K））

を求める。ここで、ヒータ発熱量はオン・オフの制御なので固定値、空気比熱は1.0（J/g・K）である。上記の式に補正係数kを入れる必要がある場合もある。そのときは、

$$\text{必要空気流量 (g/s)} = k \times \text{ヒータ発熱量 (J/s)} / (\Delta t \text{ (K)} \times \text{空気比熱 (J/g} \cdot \text{K)})$$

となる。こうして得られた必要空気流量により、次のステップS6で空気供給ファン30への供給電力を決定する。そして、ステップS7で空気供給ファン30へ電力を供給する。

【0041】こうしてステップS8により、燃料電池入口空気温度T2がT2狙い値に達しているか否か（T2狙い値－T2>0）を判定する。この判定が成立の場合は、燃料電池入口空気温度T2が低すぎることになるので、次のステップS10で空気流量を減らす（実際は（T2狙い値－T2）×Pゲインに応じて空気流量を減らす）。一方、ステップS8による判定が不成立の場合、ステップS9によりT2狙い値－T2<0かどうかを判定する。この判定が成立する場合は、燃料電池入口空気温度T2が高すぎることになるので、ステップS11で空気流量を増やす（実際は（T2狙い値－T2）×Pゲインに応じて空気流量を増やす）。こうした制御の下に、ステップS12で空気出口温度T3が予め設定されたヒータ60を停止させる温度、すなわち設定上限温

10

20

30

40

50

度に達したか否かを監視する。この監視判断が成立するまでステップS4以降の処理を繰り返す。そして、ステップS12の判断が成立したところでステップS13に進み、ヒータ60をオフとし、通常運転へ移行する。

【0042】上記第2実施形態と同様の制御を逆に供給空気量一定の状態で、ヒータ60の発熱量の制御で行なうこともできる。そこで、次にこうした制御形態を採る第3実施形態を説明する。この場合の制御内容は、実質前記第2実施形態の空気供給量の制御をヒータ発熱量の制御に置き換えたものとなるので、第2実施形態と対応するステップについては同様のステップ番号を付して説明に代え、置き換えに相当する部分のステップについては、同様の番号に「'」を付して以下に説明する。

【0043】この運転制御におけるステップS'5では、ヒータ60から供給する発熱量を決定するために、ヒータ発熱量 (J/s) = 空気流量 (g/s) × (Δt (K) × 空気比熱 (J/g · K))

を求める。ここで、空気流量は特に制御を行なわない固定値、空気比熱は1.0 (J/g · K) である。この場合も上式に補正係数kを入れる必要がある場合もある。そのときは、

ヒータ発熱量 (J/s) = k × 空気流量 (g/s) ÷ (Δt (K) × 空気比熱 (J/g · K))

となる。次のステップS'6は、ヒータ発熱量によりヒータ60への供給電力を決定する処理である。また、ステップS'7は、ヒータ60へ電力を供給する処理である。更に、ステップS'10は、ヒータ60への供給電力を増やす処理となる（実際は (T2狙い値 - T2) × Pゲインに応じて供給電力を増やす）。同様にステップS'11もヒータへの供給電力を減らす（実際は (T2狙い値 - T2) × Pゲインに応じて供給電力を減らす）処理となる。

【0044】上記各実施形態における空気加熱手段60の具体的構成としては、図2に示すように、空気供給ファン30の出口のところに配して、通過する空気を直接加熱する構造が一般的であり、この場合は、電熱線を蛇行状あるいは渦巻き状に配して、圧損の増加を防ぎながら接触面積を確保する方法が有効である。他の構造として、図9に示すように、空気加熱手段60を空気供給マニホールド31の水噴射ノズル40の更に上部に配置して、供給空気を加熱する構造も圧損の低減の点で有効であり、この場合は、格子状に電熱線を張り巡らせた構造とするのも一法である。当然に、供給空気の加熱が可能なら他の方法を採用することもできる。

【0045】以上詳述したように、前記各実施形態の燃料電池装置によれば、常圧で燃料電池セル1に供給される空気を燃料電池セル1の温度に応じて加熱することで、燃料電池セル1を供給空気で暖機することができるため、装置の大型化を招くことなく、高い加熱能力を設定することができ、それにより始動時の燃料電池の発電

効率を向上させ、又は氷点下など低温下での装置内の氷を解凍する暖機時間を短くすることができる。特に、空気供給温度が上限値以下となるようにした場合の加熱量を加圧コンプレッサと常圧ファンとで比較して図10に示すように、加熱量は空気流量、温度に比例して大きくなることから、前記各実施形態のような常圧空気供給タイプの燃料電池の場合は、加圧型の燃料電池に比べて少ない動力で大量に空気を送れる点で有利となる。また、セパレータの形状が、空気流路に対して縦方向に短くなっているため、一般的な流路が折れ曲がった螺旋状になっているような流路長が長い方式に比べて、燃料電池セル1内の温度分布が小さくなる。また、内部マニホールド型では、空気流路の入口が細いため、入口部分が集中的に暖められてしまうのに対して、本形態では、外部マニホールド方式を採っているため、燃料電池セルを均等に効率良く加熱ができる。

【0046】以上、本発明を特定の実施形態を参照して詳述したが、本発明はこの形態に限定されることなく、特許請求の範囲に記載の事項に基づき、更に種々の改変が可能なのである。例えば、燃料電池セルの温度を検出する温度検出手段は、燃料電池セルのセパレータの温度を直接検出するものであってもよい。また、加熱運転を行なう時期としては、実施形態に挙げた低温始動時（氷点下環境）、外気温度が低い場合（供給温度で凍結の恐れがある場合）に限らず、燃料電池の運転停止時として、温風で燃料電池セルのスタック内の水分除去に用いることもできる。更に、運転制御の内容については、第2実施形態の供給空気量の制御と、第3実施形態の加熱量の制御を組合せたものとすることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る燃料電池装置のシステム構成図である。

【図2】第1実施形態における燃料電池セルと空気供給系の関連構造を示す模式断面図である。

【図3】第1実施形態のシステムによる始動運転方法を示すフローチャートである。

【図4】第1実施形態のシステムによる定常運転方法を示すフローチャートである。

【図5】第1実施形態のシステムによる設定温度と加熱手段のオン・オフの関係を示す説明図である。

【図6】本発明の第2実施形態に係る燃料電池装置のシステム構成図である。

【図7】第2実施形態のシステムによる始動運転方法を示すフローチャートである。

【図8】本発明の第3実施形態の始動運転方法を示すフローチャートである。

【図9】第1実施形態に対する空気加熱手段の配置変更形態を示す模式断面図である。

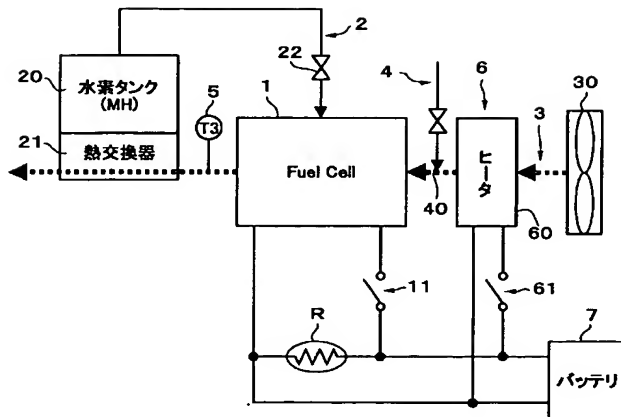
【図10】空気供給流量と供給可能熱量の関係を示すグラフである。

【符号の説明】

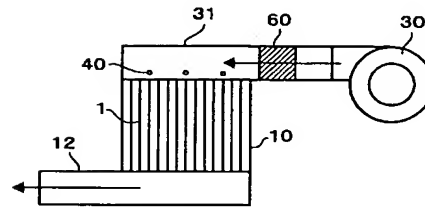
- 1 燃料電池セル
5 温度検出手段

- 30 空気供給ファン（空気供給手段）
40 水噴射ノズル（水供給手段）
60 ヒータ（空気加熱手段）

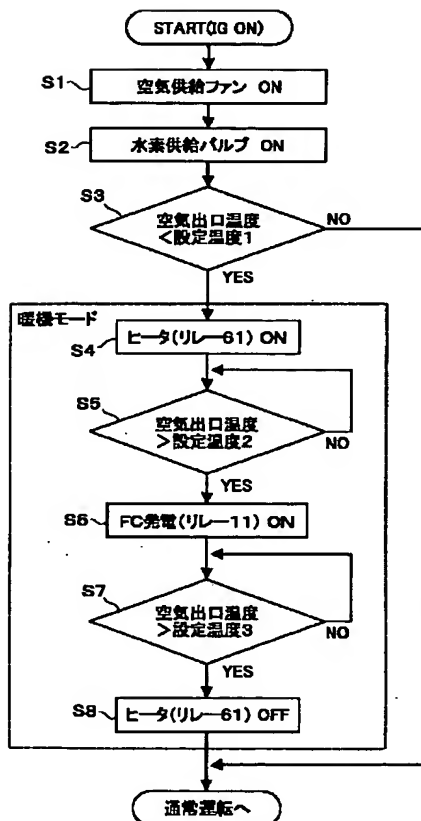
【図 1】



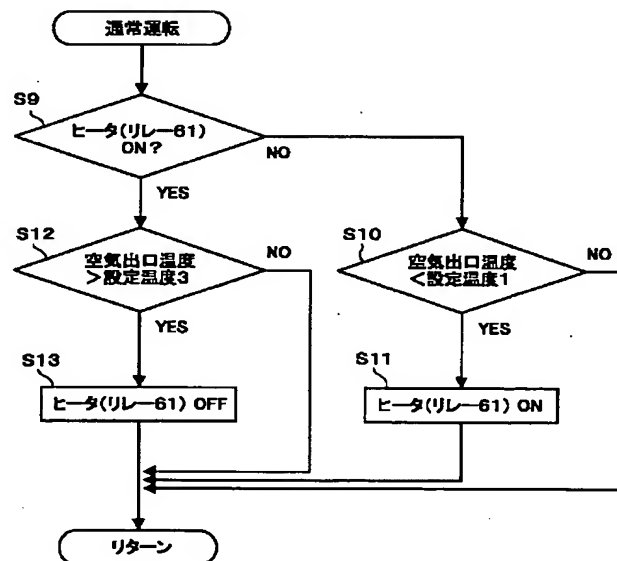
【図 2】



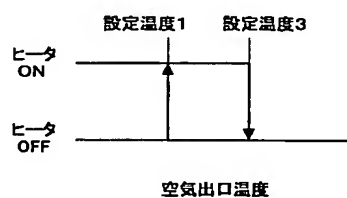
【図 3】



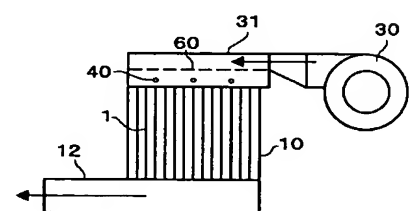
【図 4】



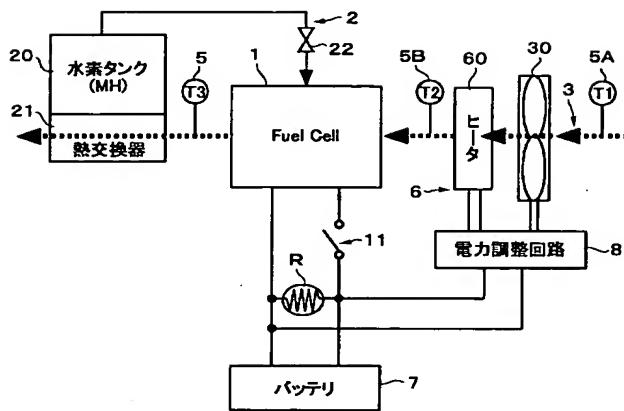
【図 5】



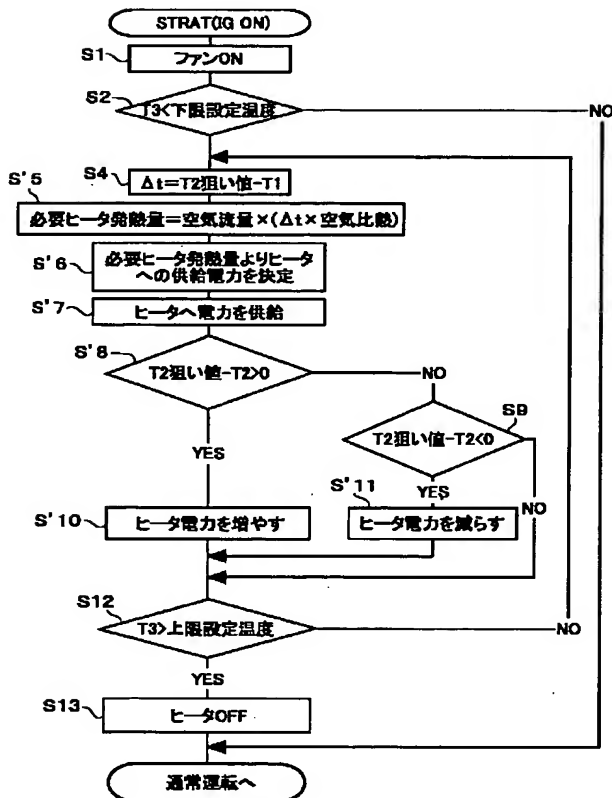
【図 9】



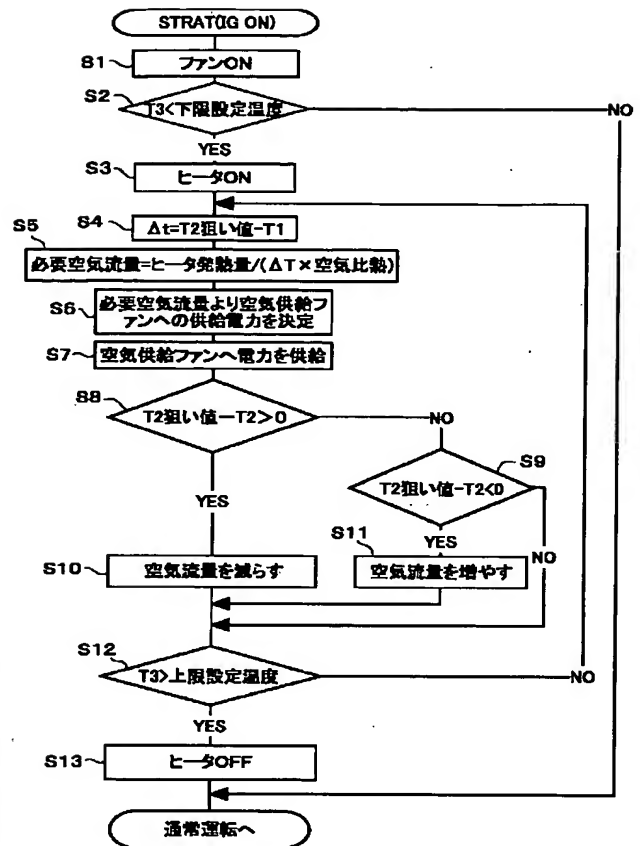
【図6】



【図8】



【図7】



【図10】

